



Title	トランジスタにおける低周波雑音に関する研究
Author(s)	中原, 正人
Citation	大阪大学, 1974, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30981
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	なか 中	はら 原	まさ 正	と 人
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	3005	号	
学位授与の日付	昭和49年2月25日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	トランジスタにおける低周波雑音に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 犬石 嘉雄			
	(副査)			
	教授 山中千代衛	教授 川辺 和夫	教授 滑川 敏彦	
	教授 中井 順吉	教授 小山 次郎	教授 塙 輝雄	

論文内容の要旨

本論文は昭和31年に著者が入社した当時の神戸工業株式会社が富士通株式会社となった現在に到るまで、神戸工場において行なってきたトランジスタに生じる諸低周波雑音の発生原因を実験的理論的に追求したものであり、本文6章と謝辞よりなっている。

本論文の第1章は序論であって、デバイスの雑音研究の重要性を半導体の諸雑音と共に示し、本論文の目的を明らかにした。

第2章においては、バイポーラ・トランジスタの従来あまり検討されていなかったバースト雑音について論じ、この雑音がトランジスタ製造工程途上で導入された不慮の故障に基ずくとする観点に立って検討を行なって、結晶欠陥がこのバースト雑音の一因をなしていることを明らかにした。

第3章はMOSトランジスタの低温異常雑音に関するもので、まず基板端子には従来報告されていなかった異常な直流電流が流れることについて述べ、この電流はMOSトランジスタのピンチオフ・チャンネル内での衝突電離の結果生じたものであることを理論と実験の一致から明らかにした。つづいて基板端子を高抵抗で終端した一種のシミュレーション実験の結果から、低温異常ドレイン雑音電流は基板電極を構成する背面接触の低温での劣化と衝突電離の両効果に基ずいて生じるものであることを明らかにした。また、この衝突電離の結果は、接合ゲート形FETにおいても入力側換算雑音電流の異常増大をもたらすことについても言及した。

第4章ではMOSトランジスタの $1/f$ 雑音について論じた。従来MOS構造に負バイアス加熱処理をほどこせば表面準位の数が増大し、 $1/f$ 雑音も増加すると云われてきたが、実験の結果ではPチャンネル形にはnチャンネル形と対照的な $1/f$ 雑音の減少が見出された事実についてまず記述した。この一見矛盾した現象を解明するために比較的深いエネルギー範囲の表面準位を実測した結果、トランジスタの動作中におけるフェルミ・レベル近傍の表面準位は他の表面準位と異なって、上記処理によって減少す

ること、ならびにこの減少が $1/f$ 雑音の減少と高い相関を有していた事実について述べた。このフェルミ・レベル近傍の準位密度の特色ある変化は、 SiO_2 膜中の水素および水酸イオンの挙動から説明でき、結局、MOSトランジスタの $1/f$ 雑音はフェルミ・レベルに位置する表面準位の密度で決定されることを明らかにした。

第5章は、本論文の研究成果を実用面に適用した実験結果である。まず無転移シリコンの導入と注意深い拡散技術の採用によって、バイポーラ・トランジスタの最小雑音指数を従来のものより20db以上改善せしめ得た事実を示した。つぎにエピタキシャル・ウェーハを利用した背面接触の改良によって、MOSトランジスタの低温異常低周波雑音を消滅させえた事実について述べた。さらに、ゲート酸化膜に窒素処理をほどこすことによって全表面準位密度を減少させ、MOSトランジスタの $1/f$ 雑音を10db以上減少せしめえた事実を示した。

第6章は、本論文の結論であり、以上の各章の研究成果を総括した。

論文の審査結果の要旨

本論文は半導体トランジスタの特性として極めて重要な低周波雑音の発生機構を基礎的に究明し、その結果を応用して低雑音トランジスタを開発したことをのべている。

すなわちシリコン接合トランジスタの“バースト雑音”が結晶欠陥での不純物拡散パイプによることシリコンMOSトランジスタで低温で発生する異常雑音はピンチ・オフ・チャネル内での電子なだれによることなどを明らかにし、それぞれの軽減法を検討している。

さらにシリコンMOSトランジスタの周波数逆比例型の低周波雑音($1/f$ 雑音)がシリコン、シリコン酸化膜の界面にある、伝導体底及び価電子帯頂からそれぞれ0.3evの所にある深い表面準位に関係することを明らかにし、負バイアス温度処理による変化を論じている。また窒素処理がこの表面準位、従って $1/f$ 雑音を著しく減少させることを見出している。最後にこれらの成果を利用して低雑音MOSトランジスタを開発した結果をのべている。

以上のように本論文は半導体物性工学上極めて重要な基礎的新知見を与えると共に、その成果は実際の生産技術に応用されており、半導体工学上寄与する所が大きく博士論文として価値あるものと認める。